Fognature - metodo italiano del volume d'invaso

Si deve trovare il diametro che soddisfi l'equazione (per rami sorgenti):

$$Q_M = \frac{2{,}168 \cdot n \cdot (a_T \cdot \phi)^{\frac{1}{n}} \cdot A}{\left[\frac{w_0 \cdot A + \frac{D^2}{8}(\theta - \operatorname{sen}\theta) \cdot L}{A'}\right]^{\frac{1}{n}-1}} = k_s \cdot \sqrt{i_f} \cdot \left(\frac{D}{4} \cdot \frac{\theta - \operatorname{sen}\theta}{\theta}\right)^{2/3} \cdot \frac{D^2}{8}(\theta - \operatorname{sen}\theta) = Q_p$$

In cui:

$\frac{D^2}{8}(\theta - \operatorname{sen}\theta) = \Omega$ area della sezione della condotta

w_0 volume per unità di superficie dovuto al velo idrico superficiale

$w_0 \cdot A + \frac{D^2}{8} \cdot (\theta - \operatorname{sen}\theta) \cdot L = W_M$ volume invasato

$$\frac{2{,}168 \cdot n \cdot (a_T \cdot \phi)^{\frac{1}{n}}}{\left[\frac{w_0 \cdot A + D^2/8\,(\theta - \operatorname{sen}\theta) \cdot L}{A'}\right]^{\frac{1}{n}-1}} = u \quad \text{coefficiente udometrico}$$

A è l'area di competenza del collettore espressa in ettari, A' è la stessa area espressa in metri quadri.

Una volta determinato (iterativamente) D si ricava, ancora iterativamente, θ' dall'equazione seguente:

$$\frac{2{,}168 \cdot n \cdot (a_T \cdot \phi)^{\frac{1}{n}}}{\left[\frac{w_0 A + D^2/8\,(\theta' - \operatorname{sen}\theta') L}{A'}\right]^{\frac{1}{n}-1}} \cdot A = k_s \cdot \sqrt{i_f} \cdot \left(\frac{D}{4} \cdot \frac{\theta' - \operatorname{sen}\theta'}{\theta'}\right)^{2/3} \cdot \frac{D^2}{8}(\theta' - \operatorname{sen}\theta')$$

Ricavati θ' e h/D si determinano:

$$v_m = k_s \cdot \sqrt{i_f} \cdot \left(\frac{D}{4} \cdot \frac{\theta' - \operatorname{sen}\theta'}{\theta'}\right)^{2/3}$$

$$W_M = w_0 \cdot A + \frac{D^2}{8}(\theta' - \operatorname{sen}\theta')$$

In alternativa si può determinare D nel modo seguente:

$$t_c = 5' = t_r \Rightarrow D = \left(\frac{\phi \cdot a_T \cdot t_{rh}^{\,n-1} \cdot A \cdot 4^{5/3}}{360 \cdot k_s \sqrt{i_f} \cdot \pi}\right)^{3/8}, \quad t_{rh} = t_r/60$$

Anche in questo caso la formula vale solo per i rami sorgenti. Si calcolano poi:

$$Q_M = \frac{2{,}168 \cdot n \cdot (a_T \cdot \phi)^{\frac{1}{n}} \cdot A}{\left[\frac{w_0 \cdot A + D^2/8\,(\theta - \operatorname{sen}\theta) L}{A'}\right]^{\frac{1}{n}-1}}$$

$$Q_p = k_s \cdot \sqrt{i_f} \cdot \left(\frac{D}{4} \cdot \frac{\theta - \operatorname{sen}\theta}{\theta}\right)^{2/3} \cdot \frac{D^2}{8} \cdot (\theta - \operatorname{sen}\theta)$$

$$Q_0 = k_s \sqrt{i_f} \cdot \left(\frac{D}{4}\right)^{2/3} \cdot \frac{D^2 \pi}{4}$$

Quindi si esegue il rapporto Q_M/Q_0 e si determina iterativamente il θ' reale, $\theta' = sen\theta' + \left(2\pi\, \theta'^{2/3} \cdot \frac{Q_m}{Q_0}\right)^{3/5}$, da cui discendono h/D e:

$$v_M = k_S \cdot \sqrt{i_f} \cdot \left(\frac{D}{4} \cdot \frac{\theta' - sen\theta'}{\theta'}\right)^{2/3}$$

$$W_M = w_0 \cdot A + \frac{D^2}{8} \cdot (\theta' - sen\theta') \cdot L$$

In entrambi i casi si deve ottenere lo stesso D, mentre varia θ. Dalla formula per il calcolo di D si ottiene un valore da arrotondare (quasi sempre) per difetto, dato che il metodo italiano tende a sottostimare la portata.

L'ipotesi di sincronismo che sta alla base del metodo può essere corretta in modo speditivo, sostituendo alla W_M nel calcolo di u il valore ottenuto dalla seguente espressione:

$$W_M = w_{0I} \cdot S_I + W_I + \frac{u}{\phi} \cdot \sum_{j=1}^{m} W_j \cdot \frac{\phi_j}{u_j}$$

In cui:

$w_{0I} = w_0$ volume per unità di superficie dovuto al velo idrico superficiale

S_I area parziale del collettore in calcolo

$W_I = \frac{D^2}{8} \cdot (\theta - sen\theta) \cdot L$ invaso proprio del collettore in calcolo

$u = \dfrac{2{,}168 \cdot n\, (a_T \cdot \bar{\phi})^{\frac{1}{n}}}{\left[\dfrac{w_0 \cdot A + \sum_{i=1}^{m} \frac{D_i^2}{8} (\theta_i - sen\theta_i) \cdot L_i}{A'}\right]^{\frac{1}{n}-1}}$ coefficiente udometrico relativo all'intero bacino sotteso dalla sezione considerata

ϕ coefficiente di afflusso relativo all'intero bacino sotteso dalla sezione considerata

$W_j = w_0 \cdot A_j + \frac{D_j^2}{8} (\theta_j - sen\theta_j) \cdot L_j$ invaso del j-esimo bacino parziale sotteso dalla sezione terminale del tratto in testa al collettore

ϕ_j coefficiente di afflusso relativo al j-esimo bacino parziale sotteso dalla sezione terminale del tratto in testa al collettore

$u_j = \dfrac{2{,}168 \cdot n\, (a_T \cdot \phi_j)^{\frac{1}{n}}}{\left[\dfrac{w_0 \cdot A_j + \frac{D_j^2}{8} (\theta_j - sen\theta_j) \cdot L_j}{A_j}\right]^{\frac{1}{n}-1}}$ coefficiente udometrico relativo al j-esimo bacino parziale sotteso dalla sezione terminale del tratto in testa al collettore.

Per i rami non sorgenti:

$$W_M = w_0 \sum_{i=1}^{n} A_i + \sum_{i=1}^{n} \frac{D_i^2}{8}(\theta_i - \operatorname{sen}\theta_i) \cdot L_i \qquad \bar{\phi} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \phi_i \cdot A_i}{\sum_{i=1}^{n} A_i}$$

$$\Rightarrow u = \frac{2{,}168 \cdot n\,(a_T \cdot \bar{\phi})^{\frac{1}{n}}}{\left[W_M / A'\right]^{\frac{1}{n}-1}} \qquad \Rightarrow Q_M = u \cdot A$$

Per il ramo non sorgente in analisi si ipotizza un diametro D e un grado di riempimento h/D da cui discende θ. Quindi si calcola:

$$Q_P = k_s \sqrt{i_f} \cdot \left(\frac{D}{4} \cdot \frac{\theta - \operatorname{sen}\theta}{\theta}\right)^{2/3} \cdot \frac{D^2}{8}(\theta - \operatorname{sen}\theta)$$

Si modifica D finchè $Q_P > Q_M$, poi si determina:

$$Q_0 = k_s \cdot \sqrt{i_f} \cdot \left(\frac{D}{4}\right)^{2/3} \cdot \frac{D^2 \pi}{4}$$

Come di consueto si ricavano:

$$\theta' = \operatorname{sen}\theta' + \left(2\pi \cdot \theta'^{2/3} \cdot \frac{Q_m}{Q_0}\right)^{3/5} \Rightarrow h/D = \frac{1}{2}\left(1 - \cos\frac{\theta'}{2}\right)$$

$$\Rightarrow v_m = k_s \sqrt{i_f} \cdot \left(\frac{D}{4} \cdot \frac{\theta' - \operatorname{sen}\theta'}{\theta'}\right)^{2/3}$$

$$W_M = w_0 \sum_{i=1}^{n} A_i + \sum_{i=1}^{n} \frac{D_i^2}{8}(\theta_i - \operatorname{sen}\theta_i)$$

Nel caso in cui $Q_P > Q_m$ sia verificata, ma h/D risulti troppo basso (inferiore alla metà della condotta), allora era sufficiente un diametro minore